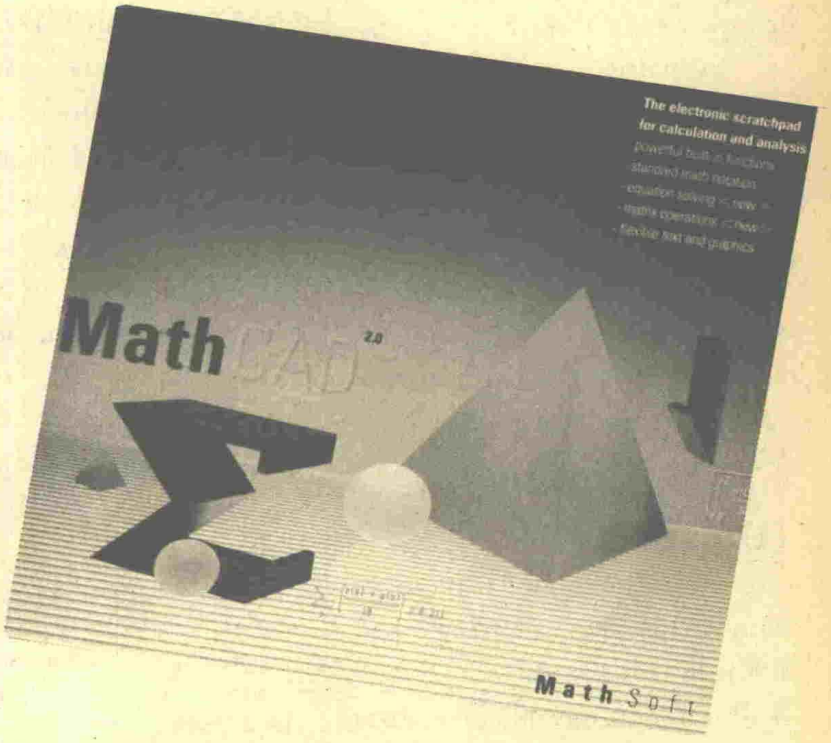
MathCAD 2.0 Solver ตัวใหม่ ขวัญใจนักคำนวณ



ไกรกร เศรษฐไกรกุล

ชื่อนี้อาจฟังดูแล้วอาจจะยังไม่คุ้นหูกับผู้ใช้เครื่องไมโครฯในตระกูลพีซีทั้งหลาย แต่ถ้าพูดถึง EUREKA แล้ว ผู้อ่านส่วนมากจะร้องอ๋อทันที แต่บางท่านอาจยังไม่ทราบ จึงขอเท้าความถึงโปรแกรม EUREKA ก่อน อันโปรแกรมนี้เป็นผลิตผลจากเจ้าพ่อยูทิลิตี้บอร์แลนด์ นำใช้สำหรับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำการเปิดตัวเมื่อต้นปี 2530 หลังจากนั้นผู้ใช้พีซีก็ฮือฮากับซอฟต์แวร์ตัวนี้มาก แต่ EUREKA ก็ใช่ว่าจะดีที่สุด ข้อเสียยังมีอยู่คือ ในการสร้างสมการคณิตศาสตร์ต้องเขียนแบบเดียวกับการเขียนโปรแกรม และการสร้าง Report ก็ยุ่งยาก

จนถึงปลายปี 2530 ได้มีการแนะนำซอฟต์แวร์ลักษณะเดียวกันชื่อ MathCAD เวอร์ชัน 1.1 และต่อมาต้นปี 31 MathCAD เวอร์ชัน 2.0 ก็ตามออกมา แต่ก่อนหน้านี้มี MathCAD Student Edition (ออกมาเงียบ ๆ) สำหรับในบทความต่อไปนี้จะกล่าวถึง MathCAD เวอร์ชัน 2.0 เท่านั้น

ความสามารถของ MathCAD

ข้อดีประการแรกสุดคือ มีเอดิเตอร์เป็น Document file ในลักษณะกราฟิกจึงสามารถผสมข้อความ สมการคณิตศาสตร์และกราฟเข้าด้วยกันได้ จึงสามารถตกแต่งและทำเป็นรูปแบบรายงานได้ตามใจชอบ และการสร้างสมการจะเขียนได้เหมือนสมการคณิตศาสตร์จริง ๆ รวมทั้งตัวอักษรกรีก

ประการต่อไปคือ เรื่องของการคำนวณทำได้ละเอียดถึง 15 หลัก (ฐาน 10) นอกจากนั้นยังสามารถจะทำการ derivative, integral, สถิติ, FFT (Fast Fourier Transform), เวคเตอร์, แมตริกซ์ และอื่นๆ การสร้างกราฟสามารถขยายหรือย่อได้ เพื่อให้เข้ากับรายงาน

นอกจากนี้ยังสามารถต่อกับอุปกรณ์แสดงผลได้ทั้งเครื่องพิมพ์ของไอบีเอ็ม เอปซอน พล็อตเตอร์ และเลเซอร์พรินเตอร์

ดิสค์

ดิสค์ที่ใช้มีอยู่ 2 แผ่นคือ แผ่นแรกเป็นแผ่นโปรแกรม อันประกอบด้วยโปรแกรมหลัก (MCAD. EXE) และโปรแกรมเก็บรหัสตัวอักษรต่าง ๆ ที่ใช้แสดงผลบนจอภาพและเครื่องพิมพ์ แผ่นที่สองเป็นแผ่นข้อมูล มีโปรแกรมช่วยเหลือ (MCAD.HLP) ที่จะเรียกใช้โดยการกด [F1] โปรแกรมเกี่ยวกับการเปลี่ยนหน่วย (MKS.MCD,CGS.MCD,USCUSTOM.MCD) และโปรแกรมที่เก็บสมการรูป ข้อความมีชื่อต่าง ๆ (file. MCD)

การเรียกใช้โปรแกรมหลัก โดยการเรียกจากดอสตามปกติ คือ

A > MCAD / H

/H เป็นรหัสที่ใช้กับการ์ดแสดงผลชนิดเฮอร์คิวลิส ยังมีรหัสอื่น ๆ สำหรับการ์ดและจอชนิดต่าง ๆ ถ้าระบุ

อย่างถูกต้องจะได้ภาพบนจอมีประสิทธิภาพสูงสุดดังต่อไปนี้คือ

/C การ์ด CGA

/T การ์ด Toshiba T3100

/A การ์ด AT/T 6300 series

/H การ์ดเฮอร์คิวลิส

/E การ์ด EGA

/EH การ์ด EGA,Enhanced Graphics Display

/EM การ์ด EGA, จอโมโนโครม

/EC การ์ด EGA, จอสี

ดอคคิวเมนต์ (Document)

ผู้ใช้ส่วนใหญ่ที่เคยใช้โปรแกรมด้านเวิร์ดโปรเซสเซอร์ หรือเอดิเตอร์มาบ้างแล้ว ใน MathCAD จะเรียกว่าเป็นดอคคิวเมนต์ที่ค่อนข้างจะพิเศษกว่าเอดิเตอร์ตัวอื่นๆ เพราะนอกจากจะสามารถใส่ข้อมูลที่เป็นข้อความตามปกติแล้ว ยังใส่สมการสำหรับการคำนวณและรูปที่ได้จากการคำนวณ ทำให้สามารถจัดรูปแบบได้สวยงาม

สิ่งที่อยู่ในดอคคิวเมนต์ สามารถลบ ก๊อบปี้ ย้ายได้เช่นเดียวกับเวิร์ดโปรเซสเซอร์อื่นๆ ที่ดีกว่าคือ เปิดจอได้ 2 จอ เพื่อทำการคำนวณได้ 2 ไฟล์พร้อม ๆ กัน นอกจากนี้มีคำสั่งจัดหน้าและจัดบรรทัดสำหรับการพิมพ์ให้มาอีกด้วย

เรื่องของปุ่มที่ใช้และคำสั่ง

ปุ่มกดเพื่อใช้งานบนจอมีจำนวนมากในการสั่งงาน แต่ปุ่มหลักที่สำคัญ ๆ ได้แก่

[←], [→], [↑],[↓]	เลื่อนเคอร์เซอร์ตามทิศทางที่กด ถ้ากดพร้อม [ctrl] จะเลื่อนได้ไกลขึ้น
[ESC]	รอรับคำสั่ง
[F10]	ใช้เมนู

คำสั่งที่มีได้ให้ไว้ในตารางที่ 1 การใช้คำสั่งเหล่านี้มีวิธีใช้ได้ถึง 3 แบบ ได้แก่ วิธีแรก คำสั่งจะถูกซ่อนไว้ในปุ่มกดต่าง ๆ โดยการกดพร้อมกับปุ่มพิเศษ เช่น [ctrl] [Q] คือคำสั่ง QUIT หรือ [ctrl] [F3] คำสั่ง INCUT วิธีที่ 2 โดยการกด [ESC] จะปรากฏบรรทัดรับคำสั่งให้ป้อนเข้าไป ส่วนวิธีสุดท้ายให้กด [F10] จะมีเมนูให้เลือกใช้ตามต้องการ

ตารางที่ 1 คำสั่งเฉพาะที่จำเป็น

คำสั่ง	คำอธิบาย
help	แสดงข้อความช่วยเหลือ
quit	กลับดอส
dos	ใช้คำสั่งดอส
memory	ดูหน่วยความจำที่เหลือ
redraw	วาดภาพบนจอซ้ำ
print	พิมพ์
select	เลือกชนิดเครื่องพิมพ์
load (ชื่อไฟล์)	โหลดไฟล์
save (ชื่อไฟล์)	เซฟไฟล์
clear	ลบข้อมูลที่ใช้บนจอ
matrix (row col)	สร้างเมตริกซ์
split	แยกดอคคิวเมนต์เป็น 2 ส่วน
unsplit	รวมดอคคิวเมนต์เป็นส่วนเดียว
switch	สลับการใช้งานดอคคิวเมนต์

สมการและการคำนวณ

การคำนวณเบื้องต้นเป็นการกระทำกับตัวเลขล้วน ๆ เช่น รูปที่ 1 สำหรับการป้อนข้อมูลก็เพียงกดปุ่มตามโจทย์ที่ต้องการ ถ้ามีการยกกำลังหรือหารหรืออื่น ๆ โปรแกรมจะจัดการทุกอย่างเอง เมื่อกด [=] ผลลัพธ์จะได้ออกมา สูงขึ้นมาเป็นลักษณะของตัวแปร จะต้องมีการกำหนดค่า (ด้วยเครื่องหมาย := แต่กดเพียง[:]) จนถึงขั้นสุดท้ายจึงใช้เครื่องหมาย [=] ทดลองกดตามในรูปที่ 2

ส่วนใหญ่ในการสร้างรูปจะเป็นสมการต่อเนื่องจึงต้องมีตัวแปรชนิดหนึ่งที่มีค่าเป็นช่วง (Range Variable) อยู่ในลักษณะ Subscript และการกำหนดค่าเป็นช่วง เมื่อนำมาคำนวณผลจะได้คำตอบเป็นแบบเวคเตอร์ ดังเช่นรูปที่ 3

ฟังก์ชันมี 2 แบบคือ ฟังก์ชันที่มีมาให้แล้ว เป็นฟังก์ชันในงานที่มีใช้ปกติทั่ว ๆ ไป เช่น ฟังก์ชันตรีโกณมิติ, ฟังก์ชันไฮเปอร์โบลิค เป็นต้น ดังแสดงไว้ใน

1

$\sqrt[2]{4} = 50$ 'Press 5 ^ 2 * 4 =

2

$t := 20$ 't : 2 0

$s := 1000$'s : 1 0 0 0'

$\frac{s}{t} = 50$'s / t ='

$v := \frac{s}{t}$ 'v : s / t'

$v = 50$ 'v ='

3

Quadratic Equation

$f(x,a,b,c) := a\,x^2 + b\,x + c$ 'f (x , a , b , c) : a * x ^ 2 + b * x + c'

$x1(a,b,c) := \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4\,a\,c}}{2\,a}$ 'x 1 (a , b , c) : (- b + (b ^ 2 - 4 * a * c) / (2 * a)'

$x2(a,b,c) := \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4\,a\,c}}{2\,a}$ 'x 2 (a , b , c) : (- b - (b ^ 2 - 4 * a * c) / (2 * a)'

$x1(1,8,15) = -3$ 'x 1 (1 , 8 , 1 5) ='

$x2(1,8,15) = -5$ 'x 2 (1 , 8 , 1 5) ='

ตารางที่ 2 ฟังก์ชันที่ใช้ส่วนใหญ่ในคณิตศาสตร์

ตรีโกณมิติ

sin (z)	
cos (z)	
tan (z)	
asin (z)	
acos (z)	
atan (z)	
angle (z,y)	

ไฮเปอร์โบลิค

sinh (z)	
cosh (z)	
tanh (z)	
asinh (z)	
acosh (z)	
atanh (z)	

สถิติ

mean(v)	ค่าเฉลี่ย
stdev(v)	ค่าเบี่ยงเบน
Var(v)	ค่าแปรปรวน
Γ(z)	แกมม่าฟังก์ชัน
erf(z)	error ฟังก์ชัน

Logs และเอ็กซ์โปเนนเชียล

exp (z)	คือ e^z
ln (z)	คือ $\log_2 z$
log (z)	คือ $\log_{10} z$

Complex

Re(z)	ส่วนจริง
Im(z)	ส่วนจินตภาพ
arg(z)	มุม

แมตริกซ์

rows(M)	จำนวน row
cols(M)	จำนวน column
tr(M)	ผลรวมแนวทแยง
identity(n)	แมตริกซ์ I ขนาด n

Fourier Transform

fft (v)	ฟาสต์ฟูเรียร์ของจำนวนจริง
ifft (v)	อินเวอร์สของ fft
efft (v)	ฟาสต์ฟูเรียร์ของจำนวนเชิงซ้อน
iefft (v)	อินเวอร์สของ efft

เวคเตอร์

length(v)	จำนวนสมาชิกของ V
last(v)	สมาชิกตัวสุดท้ายใน V
max(v)	สมาชิกมากที่สุดใน V
min(v)	สมาชิกน้อยที่สุดใน V

File (ข้อมูลภายนอก)

READ(f)	อ่านค่าจากไฟล์ข้อมูล
WRITE(f)	เขียนค่าให้ไฟล์ข้อมูล
APPEND(f)	เพิ่มข้อมูลให้ไฟล์ข้อมูล

Z - จำนวนเชิงซ้อน, M - แมตริกซ์, n - จำนวนเต็ม, V - เวคเตอร์, f - ชื่อไฟล์บนดิสก์

4

$i := 0..7$

$x_i := \sin\left(i \cdot \frac{\pi}{6}\right)$

i	x_i
0	0
1	0.5
2	0.866
3	1
4	0.866
5	0.5
6	0
7	-0.5

'i : 0 ; 7'

'x [i : s i n (i *
[Alt]P / 6)'

' x [i ='

'i ='

5

MATRIX EXAMPLE

Matrix M . . .

$M := \begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 \\ 3 & 0 & 2 \\ 5 & 3 & 1 \end{bmatrix}$

Vector v and w . . .

$v := \begin{bmatrix} 3 + 10 \\ 1 - 4 \\ 5 \cdot 10 \end{bmatrix}$ $v = \begin{bmatrix} 13 \\ -3 \\ 50 \end{bmatrix}$

Sum . . .

$\Sigma v = 60$

Determinant . . .

$|M| = 25$

$w := 2 \cdot v$ $w = \begin{bmatrix} 26 \\ -6 \\ 100 \end{bmatrix}$

Negative and transpose

$-w = \begin{bmatrix} -26 \\ 6 \\ -100 \end{bmatrix}$

$w^T = (26 \quad -6 \quad 100)$

Inverse . . .

$M^{-1} = \begin{bmatrix} -0.24 & 0.2 & 0.08 \\ 0.28 & -0.4 & 0.24 \\ 0.36 & 0.2 & -0.12 \end{bmatrix}$

$M^{-1} M = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

Dot and cross product . . .

$v \cdot w = 5.358 \cdot 10^3$

$v \times w = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$

Solve linear system M*x = v with inverse . . .

$x := M^{-1} v$ $x = \begin{bmatrix} 0.28 \\ 16.84 \\ -1.92 \end{bmatrix}$ $M \cdot x = \begin{bmatrix} 13 \\ -3 \\ 50 \end{bmatrix}$

ตารางที่ 2 ส่วนฟังก์ชันอีกแบบคือ ฟังก์ชันที่สร้างขึ้นมาจากฟังก์ชันที่มีอยู่แล้วโดยผู้ใช้สร้างขึ้นมา ในลักษณะคล้าย ๆ กับสมการทางคณิตศาสตร์ที่เคยเห็น เช่น สมการในรูปที่ 4 เป็นต้น

ในคณิตศาสตร์ชั้นสูง MathCAD ได้เตรียมสัญลักษณ์และฟังก์ชันให้เรียบร้อยแล้ว ได้แก่ เรื่อง derivative และ integral หรือเรื่องสถิติ มีฟังก์ชันสำหรับหาสมการถดถอย รวมทั้งเรื่องแมตริกซ์ พร้อมการกระทำทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ มากมาย เช่น การทำ Transpose, inverse เป็นต้น ดังรูปที่ 5

นอกจากนี้ ที่ทำให้นักคำนวณทางการสื่อสารชอบใจได้ก็คือ เรื่องของการทำ Fourier ที่สะดวกมาก ดังรูปที่ 6

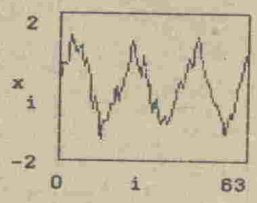
แต่บางครั้งข้อมูลที่จะนำมาคำนวณมาจากโปรแกรมภายนอก เช่น โปรแกรมภาษา BASIC หรือ Lotus 1-2-3

6

FAST FOURIER TRANSFORM EXAMPLE

$i := 0 \ldots 63$

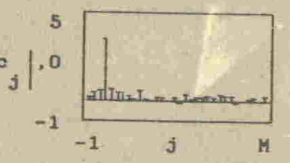
$x_i := \sin\left[\pi \cdot \frac{i}{10}\right] + rnd(1) - .5$

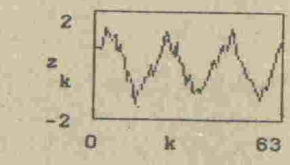


$c := fft(x)$
$M := last(c)$ $M = 32$
$j := 0 \ldots M$

$z := ifft(c)$
$M2 := last(z)$ $M2 = 63$
$k := 0 \ldots M2$

c_j
0.292
0.531 + 0.201i
0.421 + 0.548i
2.01 + 2.832i
-0.464 - 0.558i
-0.228 - 0.524i
-0.324 - 0.423i
0.073 - 0.35i
-0.019 - 0.18i
-0.62 - 0.083i
-0.177 - 0.107i





7

COMPLEX EXAMPLE

$r := 2$ $\theta := \frac{3 \cdot \pi}{4}$

$z1 := \sqrt{-1}$ $z1 = i$ $z1^2 = -1$

$z2 := r \cdot e^{i \cdot \theta}$ $z2 = -1.414 + 1.414i$

$z1 + z2 = -1.414 + 2.414i$ $Re(z2) = -1.414$

$z1\ z2 = -1.414 - 1.414i$ $Im(z2) = 1.414$

$\overline{z2} = -1.414 - 1.414i$ $\sin(z2) = -2.152 + 0.302i$

$\frac{z2}{z1} = 1.414 + 1.414i$ $\sinh(z2) = -0.302 + 2.152i$

$\ln(z2) = 0.693 + 2.356i$

$|z2| = 2$ $\arg(z2) = 0.75 \cdot \pi$

ไม่จำเป็นต้องนำมาป้อนใหม่เพราะ MathCAD มีฟังก์ชันอ่านข้อมูลจากไฟล์ได้ แต่มีเงื่อนไขว่าข้อมูลต้องเป็นไฟล์แบบ ASCII

สำหรับเรื่องของจำนวนเชิงซ้อน MathCAD ได้มีฟังก์ชันสนับสนุนการคำนวณและวาดรูปจำนวนเชิงซ้อนเหมาะสำหรับวิศวกรรมไฟฟ้า ดังรูปที่ 7

จากตัวอย่างในรูปที่ผ่านมาจะเห็นว่าด้านข้างของสมการได้บอกวิธีกดปุ่มต่าง ๆ เพื่อสร้างสมการ สำหรับวิธีกดและผลที่ได้บนจอพร้อมคำอธิบายอยู่ในตารางที่ 3

ผลบนจอ	กดปุ่มตามนี้	อธิบาย
X_i	X[i	Subscript
$X^{<i>}$	X[Alt]^i	Superscript
$\vec{X}$	[Alt] - X	เวคเตอร์
$\overline{X}$	X"	คอนจูเกตของจำนวนเชิงซ้อน
X^T	X[Alt]!	Transpose
X^Y	X^Y	ยกกำลัง(หรืออินเวอร์สของแมตริกซ์ถ้า Y=-1)
ΣX	[Alt]$X	ผลของเวคเตอร์
$\sqrt{X}$	\X	รากที่ 2
$\lvert X \rvert$	|X	Absolute,determinant
$\frac{X}{Y}$	X/Y	หาร
X.Y	X*Y	คูณหรือ dot product
XXY	X[Alt]*Y	Cross product
$\int_a^b f(x)dX$	X& f(X)	อินทีกรัล
$\frac{d}{dx} f(x)$	X?f(x)	Derivative
X..Y	X;Y	ช่วง
$X \geq Y$	X[Alt])Y	มากกว่าหรือเท่ากับ
$X \leq Y$	X[Alt](Y	น้อยกว่าหรือเท่ากับ
$X \neq Y$	X[Alt]#Y	ไม่เท่ากับ
$X \approx Y$	X[Alt] = Y	ประมาณ

ตารางที่ 3 แสดงวิธีการกดและผลในการสร้างสมการ

ตัวแปรของกรีก

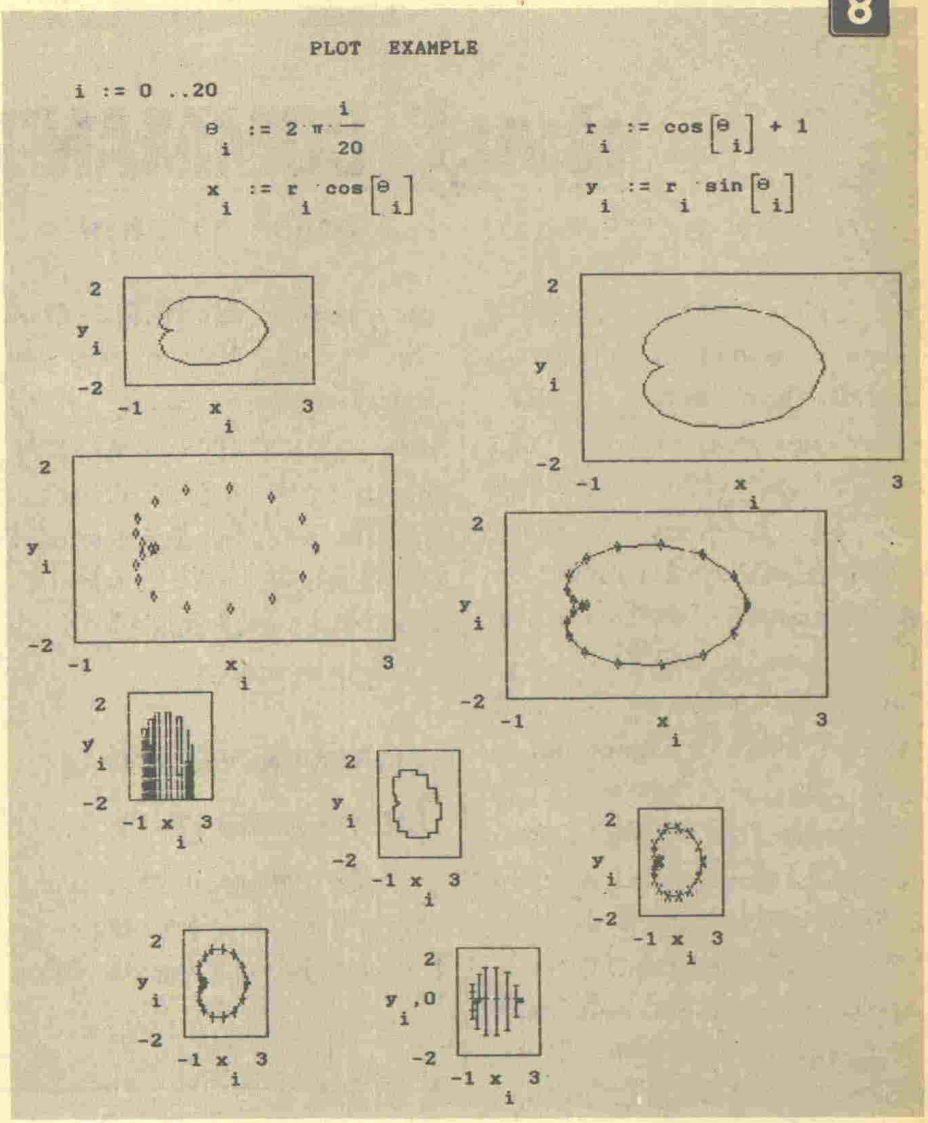
ตัวแปรที่ใช้ในคณิตศาสตร์ บางครั้งจะเป็นตัวอักษรกรีก เพื่อสะดวกในรูปแบบรายงาน MathCAD มีตัวอักษรเหล่านี้ไว้แล้ว การใช้โดยกด [Alt] พร้อมกับตัวอักษรในตารางที่ 4

ปุ่ม	ชื่อ	(สัญลักษณ์)
A	alpha	(α)
B	beta	(β)
D	delta	(δ)
E	epsilon	(ϵ)
F	phi	(ϕ)
G	GAMMA	(Γ)
H	PHI	(Φ)
I	infinity	(∞)
L	lambda	(λ)
N	eta	(η)
O	OMEGA	(Ω)
P	pi	(π)
Q	theta	(θ)
R	rho	(ϱ)
S	sigma	(σ)
T	tau	(γ)
U	MU	(μ)
W	omega	(ω)

ตารางที่ 4 แสดงปุ่มตัวอักษรที่ใช้ร่วมกับการกด [Alt] เพื่อแสดงสัญลักษณ์ตัวอักษรกรีก

คำนวนเสร็จก็วาด

ก่อนจะสร้างรูปได้ก็ต้องมีสมการอยู่ก่อนแล้ว การสร้างรูปโดยกด [@] จะมีกรอบเปล่า ๆ มาให้ กำหนดสมการและค่าต่ำสุด สูงสุด รูปจะสร้างซ้อนกันหลายๆ สมการก็ได้ ทั้งสมการประเภทเชิงซ้อน ระบบโพลาร์ (Polar) ถ้าไม่พอใจขนาดก็ทำการขยายหรือย่อตามต้องการ และจุดของข้อมูลบนภาพยังสร้างเป็นกากบาท ดอต หรือบาร์กราฟ เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 8



วาดเสร็จแล้วก็พิมพ์

MathCAD ยอมให้ใช้เครื่องพิมพ์ตั้งแต่ธรรมดา (IBM,EPSON) พล็อตเตอร์จนถึง LaserJet โดยมีโปรแกรม Driver อยู่บนแผ่นให้แล้ว เมื่อจะพิมพ์ให้เรียกคำสั่ง Select เพื่อเลือกชนิดเครื่องพิมพ์ แล้วสั่งพิมพ์ด้วยคำสั่ง Print หรือ [ctrl][Q]

ถ้าเครื่องพิมพ์ของผู้ใช้เป็นชนิดที่ใช้คนเดียวบนโลก MathCAD ยังยอมให้ใช้ได้ โดยต้องสร้างรหัสให้ MathCAD ในโปรแกรม MCAD.MCP

สำหรับในการทำการสร้างสิ่งต่าง ๆ พลาด MathCAD จะมีข้อความบอกชนิดของการผิดพลาดโดยชี้ไปที่จุดผิดพลาดทันที

บทส่งท้าย

ข้อเสียของ MathCAD ที่เห็นชัด ๆ ก็คือการที่ใช้กราฟิกเป็นดอกคิวเมนต์ ทำให้การทำงานช้า แต่ว่าเมื่อเทียบกับคุณสมบัติต่าง ๆ แล้วนับว่าเป็นสุดยอดซอฟต์แวร์ในด้านคำนวณตัวหนึ่งในขณะนี้ที่คุณไม่อาจจะมองข้ามไปได้เลย

เรียนรู้ COMMAND.COM

สุรศักดิ์ สงวนพงษ์

ไฟล์ COMMAND.COM ในเอ็มเอสดอสเป็นส่วนหนึ่งของไฟล์ระบบนอกเหนือไปจากไฟล์ระบบอีก 2 ไฟล์คือ IO.SYS และ MSDOS.SYS (สำหรับเครื่องไอบีเอ็มจะใช้ชื่อ IBMIO.SYS และ IBMDOS.SYS ตามลำดับ) COMMAND.COM เป็นไฟล์ระบบที่แตกต่างจากไฟล์ระบบอีก 2 ตัวเนื่องจาก ไฟล์ระบบทั้งสองเป็นไฟล์ที่ถูกซ่อนไว้ในดิสเกตต์ ผู้ใช้ไม่สามารถดูได้จากคำสั่ง DIR นอกจากนี้ยังอยู่ในตำแหน่งที่แน่นอนตายตัว ในขณะที่ COMMAND.COM มีลักษณะเช่นเดียวกับไฟล์ทั่วไป ผู้ออกแบบเอ็มเอสดอสได้กำหนดลักษณะเช่นนี้ไว้ก็เพื่อให้ผู้เขียนโปรแกรมและผู้ใช้ได้ใช้งานไฟล์ COMMAND.COM ได้อย่างสะดวก มุมโอเอสในฉบับนี้จึงพาท่านผู้อ่านมาทำความรู้จักกับ COMMAND.COM ให้ดียิ่งขึ้น ในฐานะที่ COMMAND.COM เปรียบเสมือนเป็นคำสั่งหนึ่งของเอ็มเอสดอสเอง

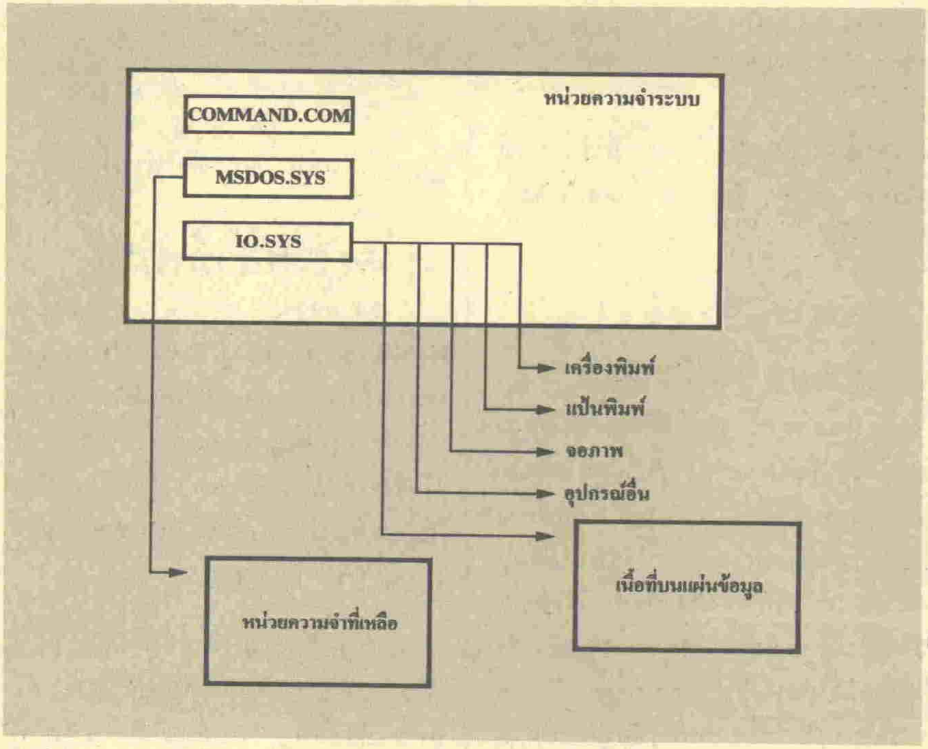
หน้าที่ของ COMMAND.COM

ไฟล์ระบบทั้ง 3 ไฟล์ ของเอ็มเอสดอสมีการทำงานที่สัมพันธ์กัน เมื่อไฟล์ทั้งสามถูกอ่านลงมาจากดิสเกตต์สู่หน่วยความจำ ทั้งสามโปรแกรมจะทำหน้าที่ควบคุมและจัดการทุกอย่างในระบบดังโครงสร้างรูปที่ 1

IO.SYS เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์รอบข้างที่ต่อเชื่อมกับคอมพิวเตอร์และ MSDOS.SYS เป็นส่วนที่ใช้ในการเข้าถึงรูทีนต่าง ๆ ของดอส เมื่อโปรแกรมมีการเรียกใช้รูทีนเหล่านี้ ตัว MSDOS.SYS จะรับข้อมูลต่าง ๆ ผ่านทางรีจิสเตอร์เพื่อเรียกใช้ IO.SYS ส่วน COMMAND.COM จะทำหน้าที่เป็นคอมมานด์โปรเซสเซอร์คอยรับคำสั่งจากผู้ใช้ผ่านทางแป้นพิมพ์ ตัว COMMAND.COM จึงเป็นส่วนที่เชื่อมต่อผู้ใช้เข้ากับโปรแกรมจัดระบบงาน

COMMAND.COM ในหน่วยความจำ

เมื่อ COMMAND.COM ถูกอ่านลงมาสู่หน่วยความจำ จะถูกจัดแยกออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือส่วนที่อยู่ถาวร (Resident Part) และส่วนที่อยู่ชั่วคราว (Transient Part) ดังรูปที่ 2 จะสังเกตเห็นได้ว่าทั้งสองส่วนของ COMMAND.COM แยกกันอยู่ โดยมีบริเวณหน่วยความจำของผู้ใช้ (Transient Program Area) ขวางอยู่ บริเวณ TPA นี้เป็นส่วนที่โปรแกรมอื่นที่ผู้ใช้เรียกมาใช้งาน ถ้าโปรแกรมมีขนาดใหญ่มากก็จะกินเนื้อที่ทับกับ COMMAND.COM ส่วนที่อยู่ชั่วคราวได้ ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณ COMMAND.COM ส่วนชั่วคราวจะทำหน้าที่ตีความหมายของคำสั่งที่ผู้ใช้พิมพ์จากเครื่องหมายเตรียมพร้อม และเป็นบริเวณที่เก็บคำสั่งภายในต่าง ๆ ซึ่งส่วนนี้ไม่มีความจำเป็นต้องใช้งานเมื่อเราเรียกใช้โปรแกรมอื่น เอ็มเอสดอสจึงออกแบบ



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ของไฟล์ระบบทั้งสาม

ให้ส่วนนี้ถูกทับได้

แต่เมื่อผู้ใช้เลิกใช้งานโปรแกรมที่โหลดลงมา ตัว COMMAND.COM ส่วนถาวรจะตรวจสอบว่า COMMAND.COM ส่วนชั่วคราวถูกทับหรือไม่โดยการตรวจสอบผลบวก (Checksum) ในขณะนั้นกับค่าที่คำนวณไว้ก่อน ถ้าไม่เท่ากันก็แสดงว่า COMMAND.COM ส่วนชั่วคราวถูกโปรแกรมอื่นทับไปแล้ว จะต้องโหลดจากดิสเกตต์มาใหม่ เราจึงสังเกตได้ว่าเมื่อเลิกใช้งานโปรแกรมใหญ่ ๆ เช่น ดีเบส โลตัส จะต้องมีการอ่านดิสเกตต์เพื่อนำ COMMAND.COM ลงมาใหม่ ในขณะที่โปรแกรมเล็ก ๆ จะไม่เกิดเหตุการณ์นี้

นอกจากนี้เรายังสังเกตได้อีกว่าถ้าการอ่าน COMMAND.COM ไม่เป็นผลสำเร็จ ซึ่งอาจจะเป็นเนื่องจากในดิสเกตต์นั้นไม่มีไฟล์ COMMAND.COM ก็จะปรากฏข้อความ

Insert disk with \COMMAND.COM in drive X

and Strike any key when ready

ในกรณีที่เราใส่ดิสเกตต์ที่มี COMMAND.COM แล้ว แต่ปรากฏว่า COMMAND.COM เป็นคนละรุ่นกัน ก็จะปรากฏข้อความ

Invalid COMMAND.COM in drive X

ดังนั้นเราจึงต้องใส่ดิสเกตต์ที่มีไฟล์ COMMAND.COM รุ่นเดียวกับที่บูตเครื่องเสมอ

ทดลองแก้ไขส่วนชั่วคราวของ COMMAND.COM

ส่วนชั่วคราวของ COMMAND.COM เป็นส่วนที่เราพอจะแตะต้องแก้ไขได้ เนื่องจากเป็นส่วนที่เก็บคำสั่งภายในไว้ เราอาจใช้โปรแกรมดีบักเพื่อเปลี่ยนแปลงชื่อของคำสั่งภายในบางคำสั่งให้แตกต่างไปจากปกติ ทำให้ไม่สามารถเรียกใช้คำสั่งภายในนั้นได้ตามปกติ ตัวอย่างต่อไปนี้เป็นตัวอย่างแสดงการแก้ไขคำสั่งภายในของ COMMAND.COM คือ แก้ไขชื่อคำสั่ง DEL และ ERASE

1. สำรองไฟล์ COMMAND.COM ตัวจริงไว้เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่เกิดขึ้น โดยก๊อบปี้ไปเก็บไว้ในชื่อ COMMAND.OLD ด้วยคำสั่ง

A > COPY COMMAND.COM COMAND.OLD

2. ใช้ดีบักอ่าน COMMAND.COM เข้าสู่หน่วยความจำด้วยคำสั่ง

A > DEBUG COMMAND.COM

3. ใช้คำสั่งดีบักค้นหาคำสั่ง ERASE และ DEL

- S0 L5000 'ERASE'

- S0 L5000 'DEL'

4. เมื่อพบแล้วให้ใช้คำสั่ง DUMP ขอดูหน่วยความจำที่แอดเดรสนั้น (ในที่นี้เครื่องของผู้เขียนจะพบที่ตำแหน่ง 0ECB:4F49 และ ECB:4F52 เครื่องอื่น ๆ อาจพบที่ตำแหน่งต่างไปจากนี้)

- D4F49

5. แก้ไขคำสั่ง DEL เป็น ERA และจาก ERASE เป็น CLEAR ดังนี้

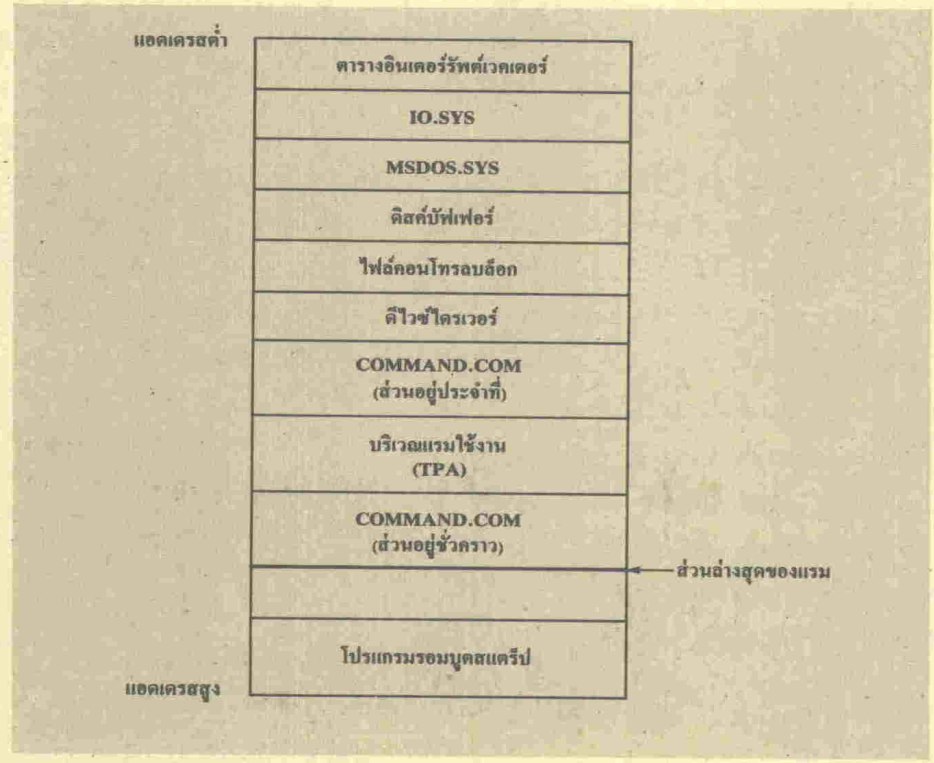
- E 4F49 'CLEAR'

- E 4F52 'ERA'

6. เซฟไฟล์ที่แก้ไขกลับสู่ดิสเกตต์ด้วยคำสั่ง

- W

7. กด CTRL-ALT-DEL บูตเครื่องใหม่และทดสอบการใช้งานดูจะเห็นว่าเราไม่สามารถใช้ DEL หรือ ERASE ได้อีกต่อไปแต่สามารถใช้ ERA และ CLEAR ได้ ขั้นตอนทั้งหมดนี้แสดงได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 โครงสร้างการจัดหน่วยความจำของเอ็มเอสดอส แสดงการวางตัวของ COMMAND.COM